

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-312743

(43)Date of publication of application : 24.11.1998

51)Int.Cl.

H01J 9/02
// B41J 2/05

21)Application number : 09-134467

(71)Applicant : CANON INC

22)Date of filing : 09.05.1997

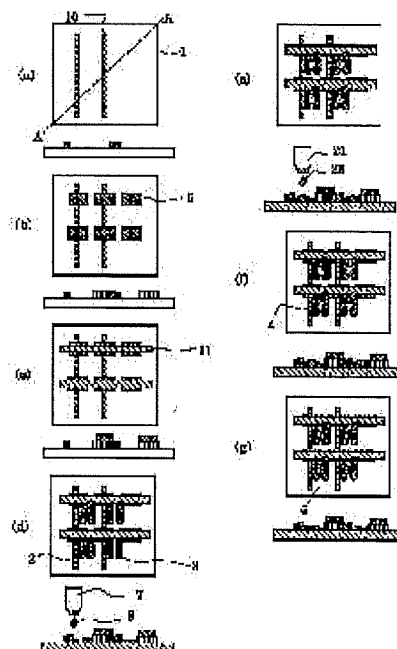
(72)Inventor : MISHIMA SEIJI
SHIGEOKA KAZUYA
HASEGAWA MITSUTOSHI
MITSUMICHI KAZUHIRO

54) ELECTRON EMITTING ELEMENT, ELECTRON SOURCE SUBSTRATE, AND MANUFACTURE FOR IMAGE FORMING APPARATUS

57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surface-transmission electron emitting element by easily forming element electrodes with a uniform film thickness on a large surface area at low cost, provide an electron source substrate comprising the electron emitting element, and provide a method for producing an image forming apparatus.

SOLUTION: This method for producing an electron emitting element having electron emitting parts on a conductive thin film which communicates element electrodes on the opposite to each other includes a process of supplying liquid drops 7 of a solution containing an element electrode forming material to a prescribed position of an insulated substrate, supplying liquid drops 7 containing a conductive thin film forming material between the element electrodes 2, 3, and simultaneously firing the liquid drops 7 to form the element electrodes 2, 3, and a conductive thin film 4. After that, an electron emitting part is formed in a part of the conductive thin film 4.



LEGAL STATUS

Date of request for examination]

Date of sending the examiner's decision of rejection]

Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

Date of final disposal for application]

Patent number]

Date of registration]

Number of appeal against examiner's decision of
rejection]Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-312743

(43) 公開日 平成10年(1998)11月24日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 1 J 9/02

H 0 1 J 9/02

E

// B 4 1 J 2/05

B 4 1 J 3/04

1 0 3 B

審査請求 未請求 請求項の数21 F D (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平9-134467

(22) 出願日 平成9年(1997)5月9日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 三島 誠治

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72) 発明者 重岡 和也

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72) 発明者 長谷川 光利

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 伊東 哲也 (外2名)

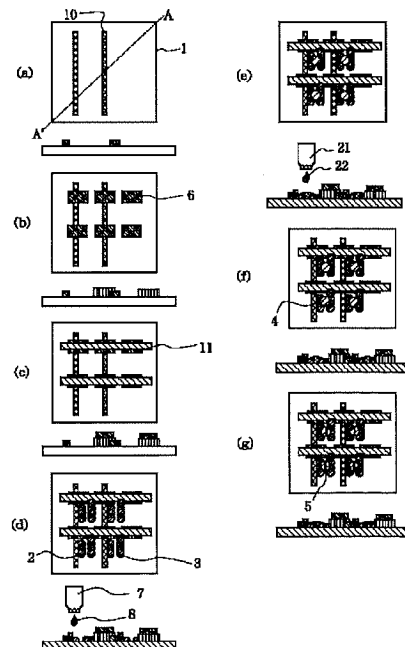
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子放出素子、電子源基板および画像形成装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 低コストで且つ容易に大面積に膜厚の様な素子電極を形成し均一な表面伝導型電子放出素子およびそれを有する電子源基板、画像形成装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 対向する素子電極間を連絡する導電性薄膜に電子放出部を有する電子放出素子の製造方法において、素子電極形成材料を含む溶液で構成される液滴を絶縁基板上の所定の位置に付与する工程と、該素子電極間に、導電性薄膜形成材料を含む液滴を付与する工程と、これらの液滴を同時に焼成して、素子電極および導電性薄膜を形成する工程と、該導電性薄膜の一部に電子放出部を形成する工程とを有することを特徴とする電子放出素子の製造方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 対向する素子電極間を連絡する導電性薄膜に電子放出部を有する電子放出素子の製造方法において、

素子電極形成材料を含む溶液で構成される液滴を絶縁基板上の所定の位置に付与する工程と、

該素子電極間に、導電性薄膜形成材料を含む液滴を付与する工程と、

これらの液滴を同時に焼成して、前記素子電極および前記導電性薄膜を形成する工程と、

該導電性薄膜の一部に前記電子放出部を形成する工程とを有することを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項2】 前記素子電極を形成する溶液が前記素子電極形成材料を含む有機金属の溶液であり、前記導電性薄膜を形成する溶液が前記導電性薄膜形成材料を含む有機金属の溶液であることを特徴とする請求項1に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項3】 前記素子電極形成材料を含む有機金属と、前記導電性薄膜形成材料を含む有機金属の、各々の含有金属への熱分解温度が実質的に同じであることを特徴とする請求項2に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項4】 前記素子電極形成材料と前記導電性薄膜形成材料が同じ物質で形成され、前記素子電極の膜厚が前記導電性薄膜の膜厚よりも厚くなるようにこれらの材料の液滴を付与することを特徴とする請求項1～3に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項5】 前記一対の素子電極の電極間ギャップ幅（L1）および各々の電極の対向する部分の幅（W1）を、液滴を付与するピッチによって制御することを特徴とする請求項1～4に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項6】 前記素子電極形成材料を含む液滴の付与が、一列に配列された複数のノズルにより同時に行われ、このノズルの数により前記素子電極の対向する部分の幅（W1）を制御することを特徴とする請求項1～4に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項7】 前記素子電極の膜厚を、前記液滴の量および／または数によって制御することを特徴とする請求項1～6に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項8】 前記液滴付与をインクジェット方式により行うことを特徴とする請求項1～7に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項9】 前記インクジェット方式が、熱エネルギーによって溶液内に気泡を形成させて、この溶液を液滴として吐出することを特徴とする請求項8に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項10】 前記電子放出素子が表面伝導型であることを特徴とする請求項1～9に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項11】 絶縁基板上に電子放出素子が複数配列され、該電子放出素子の配線および該素子への電圧印加

端子が形成された電子源基板を製造する方法において、絶縁層を介して行列状に配置された列方向配線および行方向配線を作成する工程の後に、

素子電極形成材料を含む溶液で構成される液滴を該列方向配線または該行方向配線に接触するように前記基板に付与する工程と、

該素子電極間を連絡するように、導電性薄膜形成材料を含む液滴を基板に付与する工程と、

これらの液滴を同時に焼成して、素子電極および導電性薄膜を形成する工程と、

該導電性薄膜の一部に前記電子放出部を形成する工程とを有することを特徴とする電子源基板の製造方法。

【請求項12】 前記素子電極を形成する溶液が前記素子電極形成材料を含む有機金属の溶液であり、前記導電性薄膜を形成する溶液が前記導電性薄膜形成材料を含む有機金属の溶液であることを特徴とする請求項11に記載の電子源基板の製造方法。

【請求項13】 前記素子電極形成材料を含む有機金属と、前記導電性薄膜形成材料を含む有機金属の、各々の含有金属への熱分解温度が実質的に同じであることを特徴とする請求項12に記載の電子源基板の製造方法。

【請求項14】 前記素子電極形成材料と前記導電性薄膜形成材料が同じ物質で形成され、前記素子電極の膜厚が前記導電性薄膜の膜厚よりも厚くなるようにこれらの材料の液滴を付与することを特徴とする請求項11～13に記載の電子源基板の製造方法。

【請求項15】 前記一対の素子電極の電極間ギャップ幅（L1）および各々の電極の対向する部分の幅（W1）を、液滴を付与するピッチによって制御することを特徴とする請求項11～14に記載の電子源基板の製造方法。

【請求項16】 前記素子電極形成材料を含む液滴の付与が、一列に配列された複数のノズルにより同時に行われ、このノズルの数により前記素子電極の対向する部分の幅（W1）を制御することを特徴とする請求項11～14に記載の電子源基板の製造方法。

【請求項17】 前記素子電極の膜厚を、前記液滴の量および／または数によって制御することを特徴とする請求項11～16に記載の電子源基板の製造方法。

【請求項18】 前記液滴付与をインクジェット方式により行うことを特徴とする請求項11～17に記載の電子源基板の製造方法。

【請求項19】 前記インクジェット方式が、熱エネルギーによって溶液内に気泡を形成させて、この溶液を液滴として吐出する方式であることを特徴とする請求項18に記載の電子源基板の製造方法。

【請求項20】 前記電子放出素子が表面伝導型であることを特徴とする請求項11～19に記載の電子源基板の製造方法。

【請求項21】 電子源基板と、該電子源基板から放出

される電子を受けて発光する発光体と、外部信号に基いて該電子源基板へ印加する電圧を制御する駆動回路とを具備する画像形成装置の製造方法であって、該電子源基板を請求項11～20のいずれかに記載の方法で製造することを特徴とする画像形成装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子放出素子、電子源基板および画像形成装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より電子放出素子には大別して熱電子放出素子と冷陰極電子放出素子を用いた2種類のものが知られている。冷陰極電子放出素子には電界放出型（以下、「FE型」という。）金属／絶縁層／金属型（以下、「MIM型」という。）や表面伝導型電子放出素子等がある。FE型の例としては[W. P. Dyke & W. W. Doran: "Field Emission", Advance in Electron Physics, 8, 89 (1956)]あるいは[C. A. Spindt: "Physical Properties of thin-film field emission cathodes with molybdenum cones", J. Appl. Phys., 47, 5248 (1976)]等に開示されたものが知られている。

【0003】MIM型では[C. A. Mead: "Operation of Tunnel-Emission Devices", J. Appl. Phys., 32, 646 (1961)]等に開示されたものが知られている。表面伝導型電子放出素子型の例としては、

[M. I. Elinson: Radio Eng. Electron Phys., 10, 1290 (1965)]等に開示されたものがある。

【0004】表面伝導型電子放出素子は、基板上に形成された小面積の薄膜に膜面に平行に電流を流すことにより、電子放出が生ずる。この表面伝導型電子放出素子としては、前記エリンソン等による SnO_2 薄膜を用いたもの、Au薄膜によるもの[G. Dittmer: Thin Solid Films, 9, 317 (1972)]、 In_2O_3 / SnO_2 薄膜によるもの[M. Hartwell and C. G. Fonstad: IEEE Trans. ED Conf., 519 (1975)]、カーボン薄膜によるもの[荒木久他: 真空、第26巻、第1号、22頁(1983)]等が報告されている。

【0005】これらの表面伝導型電子放出素子の典型的な例として前述のM. ハートウェルの素子構成を図14に模式的に示す。同図において1は基板である。4は導電性薄膜で、H型形状のパターンにスパッタで形成された金属酸化物薄膜等からなり、後述の通電フォーミング

と呼ばれる通電処理により電子放出部5が形成される。尚、図中の素子電極間隔 l は0.5～1mm、 W は0.1mmで設定されている。なお、電子放出部5の位置および形状は、不確定なため模式的に表わしてある。

【0006】従来、これらの表面伝導型電子放出素子においては、電子放出を行う前に導電性薄膜4を予め通電フォーミングと呼ばれる通電処理によって電子放出部5を形成するのが一般的であった。即ち、通電フォーミングとは前記導電性薄膜4両端に直流電圧あるいは非常にゆっくりとした昇電圧、例えば1V/分程度を印加通電し、導電性薄膜を局部的に破壊、変形もしくは変質せしめ、電気的に高抵抗な状態にした電子放出部5を形成することである。尚、電子放出部5は導電性薄膜4の一部に亀裂が発生しその亀裂付近から電子放出が行われる。前記通電フォーミング処理をした表面伝導型電子放出素子は、上述導電性薄膜4に電圧を印加し、素子に電流を流すことにより上述の電子放出部5より電子を放出せしめるものである。上述の表面伝導型放出素子は構造が単純で製造も容易であることから、大面積にわたって多数の素子を配列形成できる利点がある。そこでこの特徴を生かせるような色々な応用が研究されている。例えば、荷電ビーム源、画像表示装置等の表示装置があげられる。

【0007】図15は、特開平2-56822号に開示されている電子放出素子の構成を示す。同図において1は基板、2および3は素子電極、4は導電性薄膜、5は電子放出部である。この電子放出素子基板の製造方法としては、様々な方法があるが、例えば基板1に一般的な真空蒸着技術や、フォトリソグラフィ技術により素子電極2、3を形成する。次いで導電性薄膜4は分散塗布法によって形成する。その後、素子電極2、3に電圧を印加し通電処理を施すことによって電子放出部5を形成する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような構成の表面伝導型電子放出素子を製造する従来の方法は、半導体プロセスを主とする方法によるため、工程数が多く、現行の技術では大面積に電子放出素子を形成することが困難であって、特殊かつ高価な製造装置を必要とし、生産コストが高いといった欠点があった。そこで本出願人らは、表面伝導型電子放出素子およびそれを有する電子源基板、画像形成装置、およびそれらの製造方法として金属含有溶液を液滴の状態で基板上に付与して素子電極を形成し、その素子を絶縁基板上にマトリックス状に配列した電子源基板を検討している。

【0009】この検討の結果、電子源基板の作製手順が、以下の(1)～(4)の順番で行われる場合に以下のような問題点を見出した。

(1) 素子電極となる導電性物質を含む液滴を、インクジェット方式にて基板に付与する。

(2) 基板全体を焼成し、付与された液滴に含まれる溶媒を蒸発させ、素子電極を作製する。

(3) 列方向配線、絶縁層、行方向配線を印刷工程もしくはフォトリソグラフィ工程にて作製する。

(4) 電子放出部が形成される導電性薄膜を導電性薄膜の構成元素を含む液滴をインクジェット方式にて基板に付与した後、焼成することによって作製する。

【0010】このような手法においては、高温(300～600℃)の工程を素子電極、導電膜を作製する際に経験するため、基板の変形が増したり、作製コストの増大につながっていた。それを防ぐために導電膜を真空蒸着とフォトリソグラフィ法の組み合わせで作製することも提案されているが、この方法は作製コスト、歩留まりの双方で大型基板作製には不適である。

【0011】さらに、素子電極の表面は、電子放出部が形成される導電性薄膜との間に良好な接合を確保するために表面状態を可能な限り均一かつ清浄な状態にしておく必要があるが、素子電極を作製した後の行配線、絶縁層、列配線を作製していく過程でそれが損なわれることがあり、基板作成における歩留まりの低下を招いていた。

【0012】そこで本発明の目的は、低コストで且つ容易に大面積に膜厚の様な素子電極を形成し均一な表面伝導型電子放出素子およびそれを有する電子源基板、画像形成装置の製造方法を提供するものである。

【0013】

【課題を解決するための手段および作用】上記目的を達成すべくなされた本発明の電子放出素子基板の製造方法は、上述した課題を解決するために鋭意検討を行って成されたものである。すなわち、本発明は、対向する素子電極間を連絡する導電性薄膜に電子放出部を有する電子放出素子の製造方法において、素子電極形成材料を含む溶液で構成される液滴を絶縁基板上の所定の位置に付与する工程と、該素子電極間に、導電性薄膜形成材料を含む液滴を付与する工程と、これらの液滴を同時に焼成して、前記素子電極および前記導電性薄膜を形成する工程と、該導電性薄膜の一部に電子放出部を形成する工程とを有することを特徴としている。通常、素子電極形成材料または導電性薄膜形成材料を含む溶液とは、それぞれ素子電極形成材料を含む有機金属の溶液、または導電性薄膜形成材料を含む有機金属の溶液である。

【0014】この、素子電極形成材料を含む溶液の液滴は、インクジェット方式で付与されることが望ましく、このインクジェット方式は熱的エネルギーの付与により気泡を発生させ液滴を吐出させる方式であることがより好ましい。また、本発明により製造される一対の素子電極のギャップ幅、および素子電極のそれぞれの幅は液滴を付与するピッチによって制御でき、一対の素子電極のそれぞれの幅はノズル列のノズルの数によっても制御でき、その膜厚は液滴の量および/または数によって制御

することができる。また、上述の方法により一対の素子電極を形成する工程ならびにそれらに配線する工程と該一対の素子電極間を連絡する導電性薄膜を形成する工程と該導電性薄膜に通電処理を行って電子放出部を形成して電子放出素子を製造できる。

【0015】本発明において、これらの素子電極形成材料を含む有機金属の溶液および導電性薄膜形成材料を含む有機金属の溶液は、上述のように同時に焼成されるため、それぞれの含有金属への熱分解温度は、実質的に同じであることが好ましい。

【0016】また、上述の方法により複数個の一対の素子電極を形成する工程ならびにそれらを配線によって接続する工程と該一対の素子電極間を連絡する導電性薄膜を形成する工程と該導電性薄膜に通電処理を行って電子放出部を形成して複数個の電子放出素子を形成した電子源を製造できる。

【0017】また、上述の方法により複数個の一対の素子電極を形成する工程ならびにそれらを配線によって接続する工程と該一対の素子電極間を連絡する導電性薄膜を形成する工程と該電子源となるリアプレートと蛍光膜を有するフェースプレートとを相互に対向するように支持枠を介して接合させる工程と該導電性薄膜に通電処理を行って電子放出部を形成して複数個の電子放出素子を形成し電子源とする工程を行い表示パネルとすることができる。

【0018】また、上述の方法により複数個の一対の素子電極を形成する工程ならびにそれらを配線によって接続する工程と該一対の素子電極間を連絡する導電性薄膜を形成する工程と該電子源となるリアプレートと蛍光膜を有するフェースプレートとを相互に対向するように支持枠を介して接合させる工程と該導電性薄膜に通電処理を行って電子放出部を形成して複数個の電子放出素子を形成し電子源とする工程を行い表示パネルとする工程と該表示パネルに少なくとも駆動回路を接続させることを特徴とする画像形成装置を製造することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明を説明する。平面型表面伝導型電子放出素子について図6で説明する。図6は、本発明の一実施例に係わる平面型表面伝導型電子放出素子の基本的な構成を示す模式的平面図、A-A'断面図である。図6において1は基板、2と3は素子電極、4は導電性薄膜、5は電子放出部である。

【0020】基板1としては、石英ガラス、Na等の不純物含有量を低減させたガラス、青板ガラス、スパッタ法等によりSiO₂を堆積させたガラス基板およびアルミナ等のセラミックス基板等を用いることができる。対向する素子電極2、3の材料としては、一般的な導電材料を用いられ、例えばNi、Cr、Au、Mo、W、Pt、Ti、Al、Cu、Pd等の金属或は合金、Pd、

10

20

30

40

50

As、Ag、Au、RuO₂、Pd-Ag等の金属又は金属酸化物とガラス等から構成される印刷導体、In₂O₃-SnO₂等の透明導電体およびポリシリコン等の半導体材料等から選択することができる。

【0021】素子電極2、3間の間隔L1は好ましくは数百Åないし百μmである。また素子電極2、3間に印加する電圧は低い方が望ましく、再現良く作成することが要求されるため、好ましい素子電極間隔L1は数μmないし数十μmである。素子電極2、3の幅W1は電極の抵抗値および電子放出特性から、数μmないし数百μmであり、また素子電極2、3の膜厚dは、数百Åないし数μmが好ましい。さらに好ましくは素子電極の形状、間隔は導電性薄膜4の膜厚分布によって適宜設定される。

【0022】電子放出部を含む部位である導電性薄膜4は、良好な電子放出特性を得るために微粒子で構成された微粒子膜が特に好ましく、その膜厚は、素子電極2、3および後述する通電フォーミング条件等によって適宜設定されるが、好ましくは数Åないし数千Åで、特に好ましくは10Åないし500Åである。そのシート抵抗値は、10³~10⁷Ω/□である。

【0023】導電性薄膜4を構成する材料は、Pd、Pt、Ru、Ag、Au、Ti、In、Cu、Cr、Fe、Zn、Sn、Ta、W、Pb等の金属、PdO、SnO₂、In₂O₃、PbO、Sb₂O₃等の酸化物、HfB₂、ZrB₂、LaB₆、CeB₆、YB₄、Gd₂B₄等の硼化物、TiC、ZrC、HfC、TaC、SiC、WC等の炭化物、TiN、ZrN、HfN等の窒化物、Si、Ge等の半導体、カーボン等があげられる。

【0024】ここで述べる微粒子膜とは複数の微粒子が集合した膜であり、その微細構造として、微粒子が個々に分散配置した状態のみならず、微粒子が互いに隣接、あるいは重なり合った状態（島状も含む）の膜を指しており、微粒子の粒径は、数Åから数千Åであり、好ましくは10Åから200Åである。

【0025】図1(a~g)は、それぞれ本発明に係る電子源基板の製造方法を示す平面図およびそれらのA-A'断面図、図3は本発明の製造方法により作製される表面伝導型電子放出素子の一例を示す平面図およびA-A'断面図である。図1および図3において、1は基板、2、3は素子電極、4は導電性薄膜、5は電子放出部、6は絶縁膜、7は液滴付与装置、8は液滴である。また、図1の10および11はそれぞれX方向配線およびY方向配線、21は液滴付与装置、8は液滴である。

【0026】液滴付与装置7としては、任意の液滴を形成できる装置であればどのような装置でもかまわないが、特に十数ngから数十ng程度の範囲で制御が可能で、且つ数十ng程度以上の微少量の液滴が容易に形成できるインクジェット方式の装置等を用いることができ

る。

【0027】このインクジェット装置の具体例を図16、図17に示す。図16は、バブルジェット方式のインクジェット装置を示し、同図において、221は基板、222は熱発生部、223は支持基板、224は液流路、225は第1ノズル、226は第2ノズル、227はインク流路間隔壁、228、229はインク液室、2210、2211はインク液の供給口、2212は天井板をそれぞれ示す。

10 【0028】また、図17はピエゾジェット方式のインクジェット装置を示し、同図において、231はガラス製第1ノズル、232はガラス製第2ノズル、233は円筒型ピエゾ、234はフィルター、235、236はインク液供給チューブ、237は電気信号入力端子をそれぞれ示す。なお、図16、17において、ノズルを2本で示したが、これに限るものではない。また、液滴の材料としては、液滴が形成できる状態であればどのような状態でもかまわないが、水、溶剤等に前述の金属等を分散、溶解した、溶液、有機金属溶液等がある。

20 【0029】以下、本発明に係る電子放出素子を形成して電子源基板を作成する方法について詳細に説明する。まずはじめに、絶縁性基板1を有機溶剤等で充分洗浄し乾燥させた後、列方向配線10（図1(a)）、絶縁膜6（図1(b)）ともう一方の素子電極と接続する行方向配線11（図1(c)）、を順次形成する。

【0030】次に上記基板に液滴付与装置7を用いて素子電極2、3を形成する材料を含有した溶液の液滴8をそれぞれが行方向配線10または列方向配線11と接続するように順次付与し（図1(d)）、液的に含まれる溶媒を蒸発させる。この際に100℃程度で短時間の熱処理を加えてもよい。

【0031】さらに液滴付与装置21を用い、導電性薄膜を形成する材料を含有した溶液の液滴22を付与し（図1(e)）、300~400℃で焼成することによって素子電極2、3および導電性薄膜4をそれぞれ形成する（図1(f)）。

【0032】電子放出部5は導電性薄膜4の一部に形成された高抵抗の亀裂であり、通電フォーミング等により形成される。また亀裂内には数Åないし数百Åの粒径の導電性微粒子を有することもある。この導電性微粒子は導電性薄膜4を構成する物質の少なくとも一部の元素を含んでいる。また、電子放出部5およびその近傍の導電性薄膜4は、炭素あるいは炭素化合物を有することもある。

【0033】通電フォーミングは素子電極2、3間に不図示の電源より通電を行ない、導電性薄膜4を局所的に破壊、変形もしくは変質せしめ、構造を変化させた部位を形成させるものである。この局所的に構造変化させた部位を電子放出部5と呼ぶ（図1(g)）。通電フォーミングの電圧波形の例を図7に示す。電圧波形は、パレ

ス波形が好ましく、パルス波高値が一定の電圧パルスを連続的に印加する場合（図7（a））とパルス波高値を増加させながら、電圧パルスを印加する場合（図7（b））について説明する。

【0034】図7（a）におけるT1およびT2は電圧波形のパルス幅とパルス間隔であり、T1を1 μ 秒～10m秒、T2を10 μ 秒～100m秒とし、三角波の波高値（通電フォーミング時のピーク電圧）は表面伝導型電子放出素子形態に応じて適宜選択し、適当な真空度、例えば10⁻⁵Torr程度の真空雰囲気下で、数秒から数十分間電圧を印加する。なお、素子電極間に印加する波形は三角波に限定されるものではなく、矩形波など所望の波形を採用することができる。図7（b）におけるT1およびT2は、図7（a）と同様であり、三角波の波高値（通電フォーミング時のピーク電圧）は、例えば0.1V/ステップ程度づつ増加させ適当な真空雰囲気下で印加する。

【0035】なお、この場合の通電フォーミング処理はパルス間隔T2中に、導電性薄膜4を局所的に破壊、変形しない程度の電圧、例えば0.1V程度の電圧で素子電流を測定して抵抗値を求め、その抵抗値が例えば1M Ω 以上の抵抗を示した時に通電フォーミング終了とする。

【0036】次に通電フォーミングを終了した素子に活性化工程と呼ぶ処理を施すことが望ましい。活性化工程とは、例えば10⁻⁴～10⁻⁵Torr程度の真空度で、通電フォーミングと同様、パルス波高値が一定の電圧パルスを繰り返し印加する処理のことであり、真空中に存在する有機物質に起因する炭素あるいは炭素化合物を導電性薄膜上に堆積させ、素子上を流れる電流を測定した素子電流、および素子から放出される電流を測定した放出電流を著しく変化させる処理である。活性化工程は素子電流、放出電流を測定しながら、例えば放出電流が飽和した時点で終了する。また印加する電圧パルスは動作駆動電圧（完成した電子放出素子を動作させるときの電圧）で行うことが好ましい。

【0037】なお、ここで炭素あるいは炭素化合物とはグラファイト（単、多結晶双方を指す）、非晶質カーボン（非晶質カーボンと多結晶グラファイトの混合物を指す）であり、その膜厚は500Å以下が好ましく、より好ましくは300Å以下である。

【0038】こうして作成した電子放出素子をフォーミング工程および活性化処理工程における真空度よりも高い真空度の雰囲気下において動作駆動させるのが良い。またさらに高い真空度の雰囲気下で、80℃～150℃の加熱後動作駆動させることが望ましい。なお、フォーミング工程および活性化処理工程における真空度よりも高い真空度とは、例えば約10⁻⁶Torr以上の真空度であり、より好ましくは超高真空系であり、新たに炭素あるいは炭素化合物が導電性薄膜上にほとんど堆積しな

い真空度である。こうすることによって素子電流、放出電流を安定化させることが可能になる。

【0039】次に本発明の画像形成装置の製造方法について述べる。画像形成装置に用いられる電子源基板は複数の表面伝導型電子放出素子を基板上に配列することにより形成される。表面伝導型電子放出素子の配列の方式には表面伝導型電子放出素子を並列に配置し、個々の素子の両端を配線で接続するはしご型配置（以下はしご型配置電子源基板と呼ぶ）や、表面伝導型電子放出素子の一对の素子電極にそれぞれX方向配線、Y方向配線を接続した単純マトリクス配置（以下マトリクス型配置電子源基板と呼ぶ）が挙げられる。なお、はしご型配置電子源基板を有する画像形成装置には電子放出素子からの電子の飛翔を制御する電極である制御電極（グリッド電極）を必要とする。図5は、図3の表面伝導型電子放出素子を用いたマトリクス型配置電子源基板の一例を示す平面図およびそのA-A'断面図である。

【0040】以下、本発明に係る電子源の構成について、図8を用いて説明する。図8において、71は電子源基板、72はX方向配線、73はY方向配線である。74は表面伝導型電子放出素子、75は結線である。

【0041】同図において電子源基板71に用いる基板は前述したガラス基板等であり、用途に応じて形状が適宜設定される。m本のX方向配線72は、Dx1、Dx2、...、Dxmからなり、Y方向配線73は、Dy1、Dy2、...、Dynのn本の配線よりなる。配線は、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等を用いて形成された導電性金属等で構成することができ、また、多数の表面伝導型電子放出素子にほぼ均等な電圧が供給されるように配線の材料、膜厚、配線幅が適宜設計される。これらm本のX方向配線72とn本のY方向配線73との間には不図示の層間絶縁層により電氣的に分離されてマトリクス配線を構成する（m、nは共に正の整数）。

【0042】不図示の層間絶縁層は、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等を用いて形成されたSiO₂等で構成される。例えば、X方向配線72を形成した基板71の全面或は一部に所望の形状で形成され、特にX方向配線72とY方向配線73の交差部の電位差に耐え得るように膜厚、材料、製法が設定される。X方向配線72とY方向配線73は、それぞれ外部端子として引き出される。さらに表面伝導型電子放出素子74がm本のX方向配線72とn本のY方向配線73と結線75によって電氣的に接続されている。

【0043】表面伝導型電子放出素子は基板あるいは不図示の層間絶縁層上のどちらに形成してもよい。また、詳しくは後述するが、前記X方向配線72には、X方向に配列する表面伝導型放出素子74の行を入力信号に応じて走査するための不図示の走査信号印加手段と電氣的に接続されている。

【0044】一方、Y方向配線73にはY方向に配列す

る表面伝導型放出素子74の各列を入力信号に応じて、変調するための変調信号を印加するための不図示の変調信号発生手段と電氣的に接続されている。

【0045】さらに表面伝導型電子放出素子の各素子に印加される駆動電圧は、当該素子に印加される走査信号と変調信号の差電圧として供給されるものである。上記構成において、単純なマトリクス配線だけで個別の素子を選択して独立に駆動可能になる。

【0046】次に、以上のようにして作成したマトリクス型配置電子源基板を用いた画像形成装置について、図9と図10および図11を用いて説明する。図9は画像形成装置の表示パネルの基本構成図であり、図10は、図9の画像形成装置に使用される蛍光膜の模式図である。図11はNTSC法のテレビ信号に応じて表示を行なうための駆動回路のブロック図を示し、その駆動回路を含む画像形成装置を表わす。図9において81は表面伝導型電子放出素子を複数配した電子源基板、91は電子源基板81を固定したリアプレート、96はガラス基板93の内面に蛍光膜94とメタルバック95等が形成されたフェースプレートである。92は支持枠であり、リアプレート91、支持枠92およびフェースプレート96をフリットガラス等を塗布し、大気中あるいは窒素中で400～500℃で10分以上焼成することで封着して外囲器98を構成する。

【0047】図9において、5は図1における電子放出部に相当する。82、83は、表面伝導型電子放出素子の一対の素子電極と接続されたX方向配線およびY方向配線である。外囲器98は、上述の如くフェースプレート96、支持枠92、リアプレート91で構成される。リアプレート91は主に電源基板81の強度を補強する目的で設けられるため、電子源基板81自体で十分な強度を持つ場合は別体のリアプレート91は不要であり、電子源基板81に直接支持枠92を封着し、フェースプレート96、支持枠92および電子源基板81にて外囲器98を構成しても良い。またさらには、フェースプレート96、リアプレート91間に、スペーサーとよばれる耐大気圧支持部材を設置することで大気圧に対して十分な強度をもつ外囲器98を構成することもできる。図10において、102は蛍光体である。蛍光膜94（図9）はモノクロームの場合は蛍光体102のみから構成することができる。カラーの蛍光膜の場合は蛍光体の配列によってブラックストライプあるいはブラックマトリクスなどと呼ばれる黒色導電材101と蛍光体102とで構成される。ブラックストライプ、ブラックマトリクスを設ける目的は、カラー表示の場合、必要となる三原色蛍光体の各蛍光体102間の塗り分け部を黒くすることで混色等を目立たなくすることと蛍光膜94における外光反射によるコントラストの低下を抑制することである。ブラックストライプの材料としては、通常良く用いられている黒鉛を主成分とする材料だけでなく、光の透

過および反射が少ない材料であればこれに限るものではない。ガラス基板に蛍光体を塗布する方法はモノクローム、カラーによらず沈澱法、印刷法等が用いられる。

【0048】また蛍光膜94（図9）の内面側には通常メタルバック95が設けられる。メタルバックを設ける目的は蛍光体の発光のうち内面側への光をフェースプレート96側へ鏡面反射させることにより輝度を向上させること、電子ビーム加速電圧を印加するための電極として作用させること、外囲器内で発生した負イオンの衝突によるダメージからの蛍光体の保護等である。メタルバックは、蛍光膜作製後、蛍光膜の内面側表面の平滑化処理（通常、「フィルミング」と呼ばれる。）を行い、その後A1を真空蒸着等を用いて堆積させることで作製できる。フェースプレート96には、更に蛍光膜94の導電性を高めるため蛍光膜94の外周側に透明電極（不図示）を設けてもよい。前述の封着を行う際、カラーの場合は各色蛍光体と表面伝導型電子放出素子とを対応させなくてはならず十分な位置合わせを行なう必要がある。

【0049】外囲器98は不図示の排気管を通じ、 10^{-7} Torr程度の真空度にされ、封止が行なわれる。また外囲器98の封止後の真空度を維持するためにゲッター処理を行なう場合もある。これは、外囲器98の封止を行う直前あるいは封止後に抵抗加熱あるいは高周波加熱等を用いた加熱法により、外囲器98内の所定の位置（不図示）に配置されたゲッターを加熱し、蒸着膜を形成する処理である。ゲッターは通常Ba等が主成分であり、該蒸着膜の吸着作用により、たとえば 1×10^{-5} ないし 1×10^{-7} Torrの真空度を維持するものである。なお、表面伝導型電子放出素子のフォーミング以降の工程は適宜設定される。

【0050】次に、マトリクス型配置電子源基板を用いて構成した画像形成装置に、NTSC方式のテレビ信号に基づきテレビジョン表示を行うための駆動回路の概略構成を図11のブロック図を用いて説明する。図11において、111は画像表示表示パネル、112は走査回路、113は制御回路、114はシフトレジスタである。115はラインメモリ、116は同期信号分離回路、117は変調信号発生器、VxおよびVaは直流電圧源である。

【0051】以下、各部の機能を説明する。まず表示パネル111は、端子Dox1ないしDoxmおよび端子Doy1ないしDoy nおよび高圧端子Hvを介して外部の電気回路と接続している。このうち端子Dox1ないしDoxmには前記表示パネル内に設けられている電子源、即ち、m行n列の行列状にマトリクス配線された表面伝導型電子放出素子群を一行（n素子）ずつ順次駆動してゆくための走査信号が印加される。

【0052】一方、端子Doy1ないしDoy nには前記走査信号により選択された一行の表面伝導型電子放出素子の各素子の出力電子ビームを制御する為の変調信号

が印加される。高圧端子Hvには、直流電圧源Vaより、例えば10K[V]の直流電圧が供給されるが、これは表面伝導型電子放出素子から放出される電子ビームに蛍光体を励起するのに十分なエネルギーを付与するための加速電圧である。次に走査回路112について説明する。同回路は、内部にm個のスイッチング素子を備えたものである(図中、S1ないしSmで模式的に示している)。各スイッチング素子は、直流電圧源Vxの出力電圧もしくは0[V](グランドレベル)のいずれか一方を選択し、それを表示パネル111の端子Dox1ないしDoxmと電気的に接続するものである。S1ないしSmの各スイッチング素子は制御回路113が出力する制御信号Tsca nに基づいて動作するものであり、実際には例えばFETのようなスイッチング素子を組み合わせることにより構成することが可能である。

【0053】なお、直流電圧源Vxは、前記表面伝導型電子放出素子の特性(電子放出しきい値電圧)に基づき走査されていない素子に印加される駆動電圧が電子放出しきい値電圧以下となるような一定電圧を出力するように設定されている。

【0054】制御回路113は、外部より入力する画像信号に基づいて適切な表示が行なわれるように各部の動作を整合させる働きをもつものである。次に説明する同期信号分離回路116より送られる同期信号Tsyncに基づいて各部に対してTsca n、TsftおよびTmryの各制御信号を発生する。

【0055】同期信号分離回路116は外部から入力されるNTSC法のテレビ信号から同期信号成分と輝度信号成分とを分離するための回路で周波数分離(フィルター)回路を用いれば構成できるものである。同期信号分離回路116により分離された同期信号は良く知られるように垂直同期信号と水平同期信号よりなるが、ここでは説明の便宜上Tsync信号として図示した。一方、前記テレビ信号から分離された画像の輝度信号成分を便宜上DATA信号と表わすが同信号はシフトレジスタ114に入力される。

【0056】シフトレジスタ114は、時系列的にシリアルに入力される前記DATA信号を画像の1ライン毎にシリアル/パラレル変換するためのもので前記制御回路113より送られる制御信号Tsftに基づいて動作する(即ち、制御信号Tsftは、シフトレジスタ114のシフトクロックであるということもできる。)。シリアル/パラレル変換された画像1ライン分(表面伝導型電子放出素子n素子分の駆動データに相当する)のデータは、Id1ないしIdnのn個の並列信号として前記シフトレジスタ114より出力される。

【0057】ラインメモリ115は画像1ライン分のデータを必要時間の間だけ記憶するための記憶装置であり、制御回路113より送られる制御信号Tmryに従って適宜Id1ないしIdnの内容を記憶する。記憶さ

れた内容はId1ないしIdnとして出力され変調信号発生器117に入力される。

【0058】変調信号発生器117は、前記画像データId1ないしIdnの各々に応じて表面伝導型電子放出素子の各々を適切に駆動変調するための信号源であり、その出力信号は端子Doy1ないしDoy nを通じて表示パネル111内の表面伝導型電子放出素子に印加される。

【0059】本発明に関わる表面伝導型電子放出素子は放出電流に対して以下の基本特性を有している。即ち、電子放出には明確なしきい値電圧(Vth)があり、Vth以上の電圧を印加された時のみ電子放出が生じる。また、電子放出しきい値以上の電圧に対しては素子への印加電圧の変化に応じて放出電流も変化してゆく。なお、電子放出素子の材料や構成、製造方法を変えることにより電子放出しきい値の値や印加電圧に対する放出電流の変化の度合が変わる場合もあるが、いずれにしても以下のようなことがいえる。

【0060】即ち、本素子にパルス状の電圧を印加する場合、例えば電子放出閾値以下の電圧を印加しても電子放出は生じないが、電子放出閾値以上の電圧を印加する場合には電子ビームが出力される。その際、第一にはパルスの波高値を変化させる事により出力電子ビームの強度を制御することが可能である。第二には、パルスの幅を変化させることにより出力される電子ビームの電荷の総量を制御する事が可能である。

【0061】従って、入力信号に応じて表面伝導型電子放出素子を変調する方式としては、電圧変調方式およびパルス幅変調方式等があげられ、電圧変調方式を実施するには、変調信号発生器117として、一定長さの電圧パルスを発生し、入力されるデータに応じて適宜パルスの波高値を変調するような電圧変調方式の回路を用いる。またパルス幅変調方式を実施するには、変調信号発生器117として、一定の波高値の電圧パルスを発生し、入力されるデータに応じて適宜電圧パルスの幅を変調するようなパルス幅変調方式の回路を用いるものである。

【0062】以上に説明した一連の動作により本発明に係る画像表示装置は表示パネル111を用いてテレビジョンの表示を行なうことができる。なお、上記説明中特に記載しなかったがシフトレジスタ114やラインメモリ115はデジタル信号式のものでもアナログ信号式のものでも差し支えなく、要は画像信号のシリアル/パラレル変換や記憶が所定の速度で行なわれれば良い。デジタル信号式を用いる場合には同期信号分離回路116の出力信号DATAをデジタル信号化する必要があるが、これは116の出力部にA/D変換器を備えれば可能である。また、これと関連してラインメモリ115の出力信号がデジタル信号かアナログ信号かにより、変調信号発生器117に用いられる回路が若干異なったものとな

10

20

30

40

50

る。

【0063】まず、デジタル信号の場合について述べる。電圧変調方式において変調信号発生器117には、例えば良く知られるD/A変換回路を用い、必要に応じて増幅回路などを付け加えればよい。またパルス幅変調方式の場合、変調信号発生器117は、例えば高速の発振器および発振器の出力する波数を計数する計数器(カウンタ)および計数器の出力値と前記メモリの出力値を比較する比較器(コンパレータ)を組み合わせた回路を用いることにより構成できる。必要に応じて比較器の出力するパルス幅変調された変調信号を表面伝導型電子放出素子の駆動電圧にまで電圧増幅するための増幅器を付け加えてもよい。

【0064】次にアナログ信号の場合について述べる。電圧変調方式においては変調信号発生器117には、例えばよく知られるオペアンプなどを用いた増幅回路を用い、必要に応じてレベルシフト回路などを付け加えてもよい。またパルス幅変調方式の場合には、例えばよく知られる電圧制御型発振回路(VCO)を用い、必要に応じて表面伝導型電子放出素子の駆動電圧にまで電圧増幅するための増幅器を付け加えてもよい。

【0065】このような構成をとり得る本発明に係る画像表示装置において、各表面伝導型電子放出素子に、容器外端子Dox1ないしDoxm、Doy1ないしDoy nを通じて、電圧を印加することにより電子放出させ、高圧端子Hvを通じて、メタルバック95、あるいは透明電極(不図示)に高圧を印加し、電子ビームを加速し、蛍光膜94に衝突させ、励起・発光させることで画像を表示することができる。

【0066】以上述べた構成は、表示等に用いられる好適な画像形成装置を作製する上で必要な概略構成であり、例えば各部材の材料等、詳細な部分は上述の内容に限られるものではなく、画像形成装置の用途に適するよう適宜選択する。また、入力信号例として、NTSC方式をあげたが、これに限るものでなく、PALやSECAM方式などの諸方式でもよく、これよりも、多数の走査線からなるTV信号(例えば、MUSE法をはじめとする高品位TV)方式でもよい。

【0067】次に、はしご型配置電子源基板および画像形成装置について図12および図13を用いて説明する。図12は、はしご型配置電子源基板の一例を示す模式図である。図12において、121は電子源基板、122は表面伝導型電子放出素子、123のDx1~Dx10は、前記表面伝導型電子放出素子122に接続する共通配線である。表面伝導型電子放出素子122は、基板121上に、X方向に並列に複数個配されている(これを素子行と呼ぶ)。この素子行が複数個配置したものが、はしご型配置電子源基板である。各素子行の共通配線123間に適宜駆動電圧を印加することで、各素子行を独立に駆動させることができる。即ち、電子ビームを

放出させる素子行には、電子放出しきい値以上の電圧を、電子ビームを放出させない素子行には、電子放出しきい値以下の電圧を印加すればよい。また、各素子行間の共通配線Dx2~Dx9を、Dx2とDx3、Dx4とDx5のように互いに隣接する配線同士を一本に接続して、同一配線とするようにしても良い。

【0068】図13は、はしご型配置の電子源を備えた画像形成装置の構造を示すための図である。136はグリッド電極、132は電子が通過するため空孔、133はDox1、Dox2、... Doxmよりなる容器外端子である。134は、グリッド電極136と接続されたG1、G2、... Gnからなる容器外端子、135は前述のように各素子行間の共通配線を同一配線とした電子源基板である。図13においては、図8、図9と同一の符号は同一の部材を示す。前述の単純マトリクス配置の画像形成装置(図9)との違いは、電子源基板91とフェースプレート96の間にグリッド電極136を備えているか否かである。

【0069】グリッド電極136は、表面伝導型電子放出素子から放出された電子ビームを変調するためのものであり、はしご型配置の素子行と直交して設けられたストライプ状の電極に電子ビームを通過させるため、各素子に対応して1個ずつ円形の開口132が設けられている。グリッドの形状や設置位置は図13に示したものに限定されるものではない。例えば、開口としてメッシュ状に多数の通過口を設けることもできる。

【0070】容器外端子133およびグリッド容器外端子134は、不図示の制御回路と電気的に接続されている。本例の画像形成装置では、素子行を1列ずつ順次駆動(走査)していくのと同期してグリッド電極列に画像1ライン分の変調信号を同時に印加する。これにより、各電子ビームの蛍光体への照射を制御し、画像を1ラインずつ表示することができる。

【0071】(実施例1)マトリクス状配線および素子電極を、前述したような図1に示される方法で形成し、多数の表面伝導型電子放出素子を有する電子源基板を以下1~4の手順に従って作製した。図1は本発明における電子源基板の製造方法を示す図である。図3(a)は本実施例によって作製した電子源基板上の表面伝導型電子放出素子の平面図、図3(b)は図3(a)のA-A'断面図である。

【0072】手順1

絶縁基板1として石英基板を用い、これを有機溶剤等により充分に洗浄後、120℃で乾燥させた。該基板1上に真空成膜技術およびフォトリソグラフィ技術を用いてNiからなるX方向配線10を形成した(図1

(a))。このとき配線の幅を300μm、その厚さを500Åとした。さらに真空成膜技術とフォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用いて絶縁膜6をX方向配線10上に形成した(図1(b))。絶縁膜6の厚

さは5000Åとした。そして、真空成膜技術およびフォトリソグラフィ技術を用いてAuからなるY方向配線11を形成した(図1(e))。配線の幅は200μm、厚さは5000Åとした。

【0073】手順2

該基板上に有機白金含有溶液(酢酸白金-モノエタノールアミン錯体1.14wt%(白金成分量0.4wt%)、イソプロピルアルコール20wt%、水77.81wt%、エチレングリコール1wt%、ポリビニルアルコール(PVA)0.05wt%)を、液滴付与装置7として圧電素子を用いたインクジェット噴射装置を用いて、隣接する液滴が重なり合うようにX方向配線に添って複数付与し、素子電極2をX方向配線10に接続するように形成した。続いて、この素子電極2から120μmずらした位置に、隣接する液滴が重なり合うようにX方向配線と平行にずらして複数付与し、Y方向配線11と接続するように素子電極3を形成し、これを1mmピッチでX方向、Y方向に移動して同様に形成した後、100℃で5分間の加熱処理を行った(図1

(d))。隣接液滴間の中心距離D1(図3)は70μmで1ノズルからの1つの液滴量は60ngに制御し、基板に着弾した時のドット径D2(図3)は100μmだった。

【0074】手順3

次に該基板1上に、導電性薄膜を形成するために有機パラジウム含有溶液(酢酸パラジウム-モノエタノールアミン錯体0.66wt%(パラジウム成分量0.15wt%)、イソプロピルアルコール15wt%、水83.29wt%、エチレングリコール1wt%、PVA0.05wt%)を上記液滴付与装置7の一つのノズルを用いて液滴を付与した。さらに350℃で10分間の加熱処理を行って、Ptからなる素子電極2、3、および素子電極2、3にまたがるように膜厚100Åの酸化パラジウム(PdO)微粒子からなる微粒子膜を形成し導電性薄膜4とした(図1(f))。素子電極2、3はギャップ間隔をL1=20μm、電極の幅をW1=310μm、その厚さがd=300Åに制御してある。この際、素子電極の原料となる有機白金錯体と、導電性薄膜の原料となる有機パラジウム錯体の熱分解温度がともに300℃前後と近いので、一度の熱工程にてこの両者を同時に形成することができる。

手順4

さらに電極対2・3の間に電圧を印加し、導電性薄膜4を通電処理(通電フォーミング)することにより、電子放出部5を形成し(図1(g))、引き続き活性化工程を行なった。こうして作製された電子源基板を用いて、図9に示すようにフェースプレート96、支持棒92、リアプレート91とで外囲器98を形成し、封止を行って表示パネル、さらには図11に示すようなNTSC方式のテレビ信号に基づきテレビジョン表示を行うための

駆動回路を有する画像形成装置を作製した。

【0075】本実施例の製造方法により以上の如く作製した電子放出素子はなんら問題のない良好な特性をしめしたばかりか、素子電極および導電性薄膜を作製する際の350℃の高温工程を一回にしているために、作製時のコストの減少および作製時間の短縮を計ることができた。また、X、Y方向配線を作製した後に素子電極2、3および導電性薄膜をインクジェット方式にて作製しているので、素子電極の表面は作製時のまま清浄に保つことができ、導電性薄膜との接合が基板内で均一かつ良好に実現され、フォーミング処理の際、導電性薄膜に均一に電流が流れ、亀裂が様に形成され、また電子放出素子にも均一に電流が流れ素子特性のばらつきは少なく、良好な画像形成装置を歩留まりよく得ることができた。

【0076】(実施例2)実施例1と同様の方法で、素子電極を形成する液滴が基板上に形成するドットパターンD2よりも配列ピッチD1の小さい複数ノズル列を有する液滴付与装置を用いて素子電極を作製している。その作製方法を図2に示す。実施例1と同じ方法で行方向配線、絶縁層、列方向配線(不図示)を形成した後、実施例1と同じ有機白金含有溶液をノズルN4、N5、N6およびN7を用いてノズルから同時に一滴づつ付与し素子電極2を行方向配線と接続するように形成した後、続いてこの素子電極2から120μmずらした位置にノズルN4、N5、N6およびN7を用いてノズルから同時に液滴を一滴づつ付与し、素子電極3を列方向配線と接続するように作製した。その後、実施例1と同じ手法にて電子源基板を作製し、フェースプレート96、支持棒92、リアプレート91とで外囲器98を形成し、封止を行って表示パネル、さらには図11に示すようなNTSC方式のテレビ信号に基づきテレビジョン表示を行うための駆動回路を有する画像形成装置を作製した。その結果、実施例1と比してより平坦かつ均一な素子電極を作製することができ、さらに良好な画像形成装置を得ることができた。

【0077】(実施例3)本実施例は、図2におけるノズルN3を、電極2では使用せず、電極3では使用した以外は、実施例2と同様の方法で、素子電極が図4

(b)で示すような形状の表面伝導型電子放出素子を作製して電子源基板を得た。得られた電子源基板を用いて、実施例1と同様の方法でフェースプレート96、支持棒92、リアプレート91とで外囲器98を形成し、封止を行って表示パネル、さらには図11に示すようなNTSC方式のテレビ信号に基づきテレビジョン表示を行うための駆動回路を有する画像形成装置を作製した。その結果、実施例1と同様の良好な画像形成装置を得ることができた。すなわち、本発明の製造方法によれば所望のノズルを用いて所望の液滴数を所望のピッチで付与することにより、所望の膜厚・ギャップ幅の一对の素子電極が得られることがわかった。

【0078】（実施例4）本実施例では、図5（a）に示される基板上のマトリクス状配線をスクリーン印刷法で形成した以外は実施例1と同様に表面伝導型電子放出素子を作製して電子源基板を得た。得られた電子源基板を用いて、実施例1と同様の方法でフェースプレート96、支持枠92、リアプレート91とで外囲器98を形成し、封止を行って表示パネル、さらには図11に示すようなNTSC方式のテレビ信号に基づきテレビジョン表示を行うための駆動回路を有する画像形成装置を作製した。その結果、実施例1と同様の良好な画像形成装置を得ることができた。

【0079】スクリーン印刷法は、その作製プロセスにおいてインクに含まれる有機材料によって基板表面を著しく汚染するため、素子電極表面を清浄に保つことが比較的困難であり、従来の作製法では特別な洗浄工程を必要としてきたが、本発明によりそのような洗浄工程を経ることなく素子電極、配線および素子を形成するのにフォトリソグラフィ技術を使わない製造方法で画像形成装置を作製したことにより、薄膜プロセスに比べコストが低く、また製造歩留まりが大変向上した。

【0080】（実施例5）本実施例に係る電子源基板は、素子電極形成材料と導電性薄膜形成材料を、ともにパラジウムとした以外は実施例1と同様に作製した。素子電極、導電性薄膜ともに有機パラジウム含有溶液（酢酸パラジウムモノエタノールアミン錯体0.66wt%（パラジウム成分量0.15wt%）、イソプロピルアルコール15wt%、水83.29wt%、エチレングリコール1wt%、PVA0.05wt%）を用いている。この場合、素子電極を形成する際に付与する液滴の量よりも、導電性薄膜を形成する際に付与する液滴を少なくすることにより膜厚に差を持たせている。このように作製することにより、電子放出部となる亀裂は（素子電極部でなく）導電性薄膜部に作製することができる。得られた電子源基板を用いて、実施例1と同様の方法でフェースプレート96、支持枠92、リアプレート91とで外囲器98を形成し、封止を行って表示パネル、さらには図11に示すようなNTSC方式のテレビ信号に基づきテレビジョン表示を行うための駆動回路を有する画像形成装置を作製した。

【0081】その結果、素子電極形成材料溶液中の含有成分の違いにもかかわらず、実施例1と同様の良好な画像形成装置を得ることができた。また、素子電極と導電性薄膜と同じ材料より作製しているため、作製時の熱分解工程の温度はまったく同じにすることができた。

【0082】（実施例6）本実施例に係る電子源基板は、素子電極形成材料と、導電性薄膜形成材料とともに白金とした以外は実施例1と同様に作製した。素子電極、導電性薄膜ともに有機白金含有溶液（酢酸白金モノエタノールアミン錯体1.14wt%（白金成分量0.4wt%）、イソプロピルアルコール20wt%、

水77.81wt%、エチレングリコール1wt%、PVA0.05wt%）を用いている。この場合、素子電極を形成する際に付与する液滴の量よりも、導電性薄膜を形成する際に付与する液滴を少なくすることにより膜厚に差を持たせている。このように作製することにより、電子放出部となる亀裂は（素子電極部でなく）導電性薄膜部に作製することができる。得られた電子源基板を用いて、実施例1と同様の方法でフェースプレート96、支持枠92、リアプレート91とで外囲器98を形成し、封止を行って表示パネル、さらには図11に示すようなNTSC方式のテレビ信号に基づきテレビジョン表示を行うための駆動回路を有する画像形成装置を作製した。

【0083】その結果、導電性薄膜材料溶液中の含有成分の違いにもかかわらず、実施例1と同様の良好な画像形成装置を得ることができた。また、素子電極と導電性薄膜と同じ材料より作製しているため、作製時の熱分解工程の温度はまったく同じにすることができた。

【0084】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、電子放出素子、電子源および画像形成装置を製造する際に、電子放出素子の素子電極と導電性薄膜を同時に焼成しているため、従来の作製方法と比して工程数を減ずることができ、コストの低減を計ることができる。また、素子電極の表面を作製工程を通じて清浄な状態で保つことができるので、導電性薄膜との接合を均一にすることができる。さらに素子電極を作成する際に、フォトリソグラフィ技術を用いないため、コストを低減できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係わる電子源基板の製造方法の一例を示す平面図および断面図である。

【図2】 本発明に係わる表面伝導型電子放出素子の製造方法の一例を示す平面図および断面図である。

【図3】 本発明の製造方法により作製される表面伝導型電子放出素子の一例を示す平面図および断面図である。

【図4】 本発明の製造方法により作製される素子電極の例を示す平面図である。

【図5】 本発明のマトリクス型配置の電子源基板の一例を示す平面図および断面図である。

【図6】 本発明に係わる平面型表面伝導型電子放出素子の基本的な構成を示す模式的平面図、および断面図である。

【図7】 本発明の表面伝導型電子放出素子の製造に際して採用できる通電フォーミング処理における電圧波形の一例を示す模式図である。

【図8】 単純マトリクス配置の電子源を表わす模式図である。

【図9】 単純マトリクス配置の電子源を用いた画像形成装置の概略構成図である。

【図10】 蛍光膜のパターン図である。

【図11】 画像形成装置にNTSC法のテレビ信号に応じて表示を行なうための駆動回路の一例を示すブロック図である。

【図12】 梯子型配置の電子源基板を表わす模式図である。

【図13】 梯子型配置の電子源を用いた画像形成装置の概略構成図である。

【図14】 従来の電子放出素子の一例を示す模式的平面図である。

【図15】 従来の電子放出素子の他の例を示す模式的斜視図である。

【図16】 本発明に用いられるバブルジェット方式のインクジェット装置の一例である。

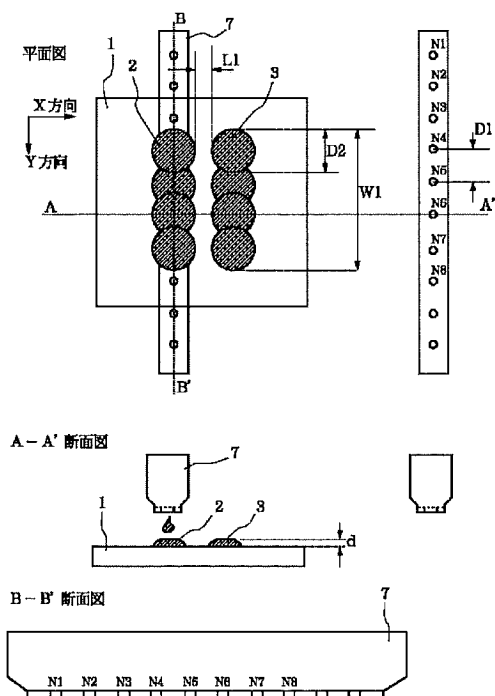
【図17】 本発明に用いられるピエゾジェット方式のインクジェット装置の一例である。

【符号の説明】

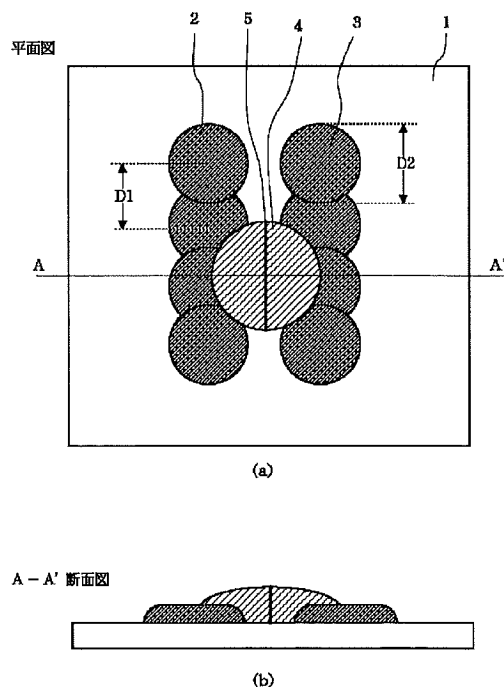
1：基板、2、3：素子電極、4：導電性薄膜、5：電子放出部、7：液滴、8：液滴付与装置、10、72、82：X方向配線（列方向配線）、11、73、83：Y方向配線（行方向配線）、71、81：電子源基板、

74：表面伝導型電子放出素子、75：結線、91：リアプレート、92：支持枠、93：ガラス基板、94：蛍光膜、95：メタルバック、96：フェースプレート、97：高圧端子、98：外囲器、101：黒色部材、102：蛍光体、111：表示パネル、112：走査回路、113：制御回路、114：シフトレジスタ、115：ラインメモリ、116：同期信号分離回路、117：変調信号発生器、 V_x 、 V_a ：直流電圧源、121、135：電子源基板、122、131：電子放出素子、123：（ $D \times 1 \sim D \times 10$ ）前記電子放出素子を配線するための共通配線、136：グリッド電極、132：電子が通過するための開孔、133：（ $D \times 1$ ， $D \times 2$ ，... $D \times m$ ）容器外端子、134：（ G_1 ， G_2 ，... G_n ）グリッド電極136と接続された容器外端子、211：基板、222：熱発生部、223：支持板、224：液流路、225：第1ノズル、226：第2ノズル、227：インク流路間隔壁、228、229：インク液体室、2210、2211：インク液体の供給口、2212：天井板、231：第1ノズル、232：第2ノズル、233：円筒形ピエゾ、234：フィルター、235、236：インク供給液体チューブ、237：電気信号入力端子。

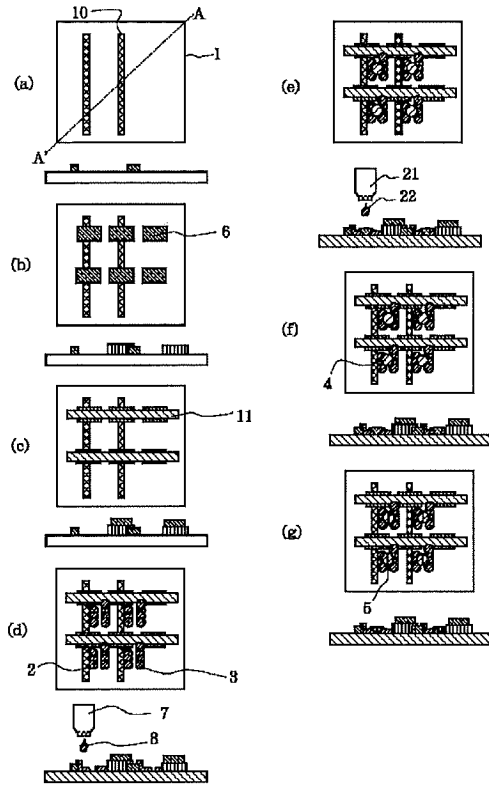
【図2】



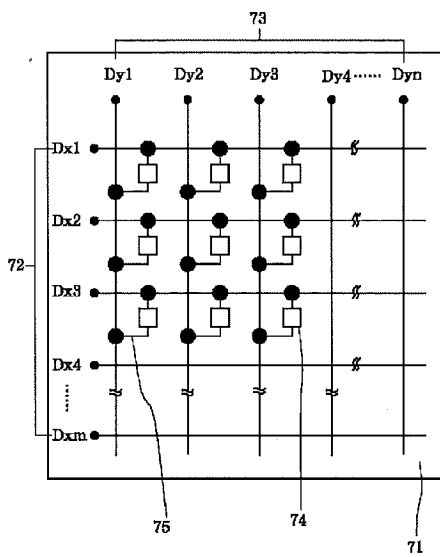
【図3】



【図1】

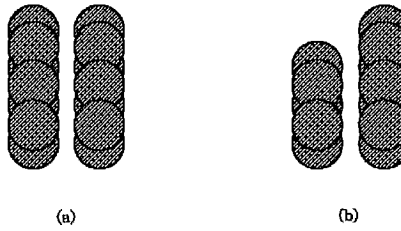


【図8】

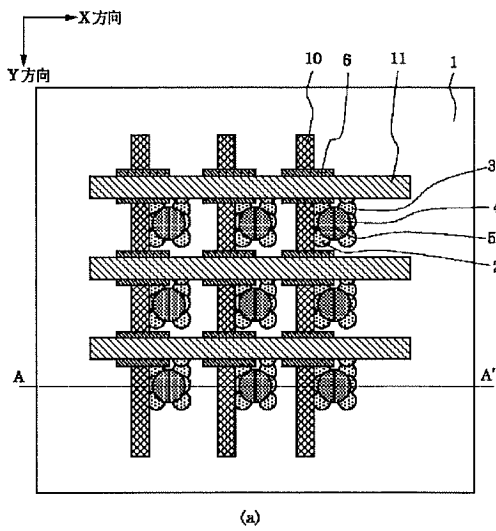


実施形態図

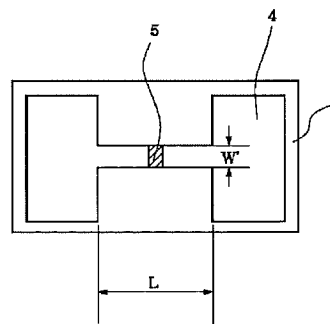
【図4】



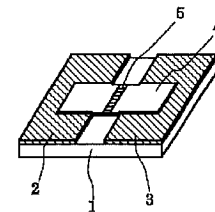
【図5】



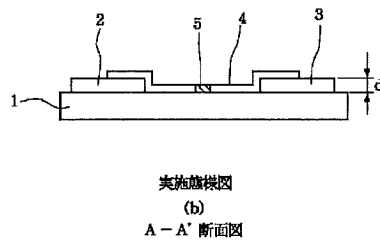
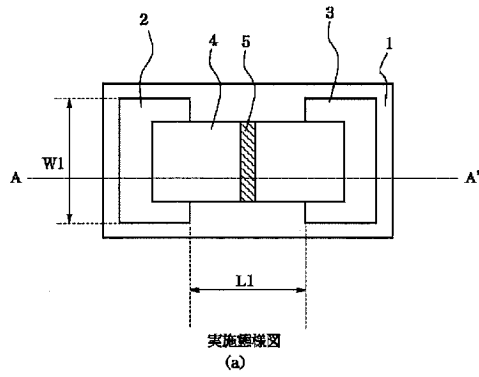
【図14】



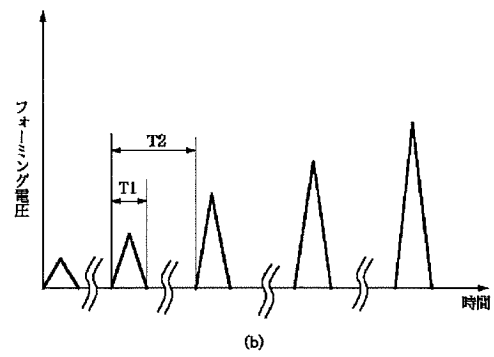
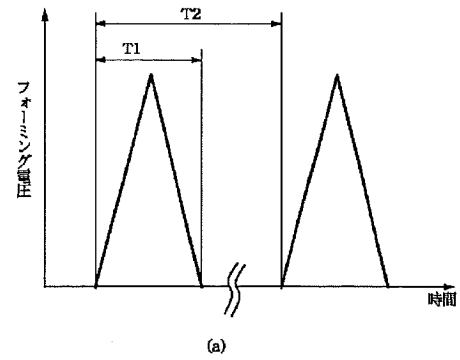
【図15】



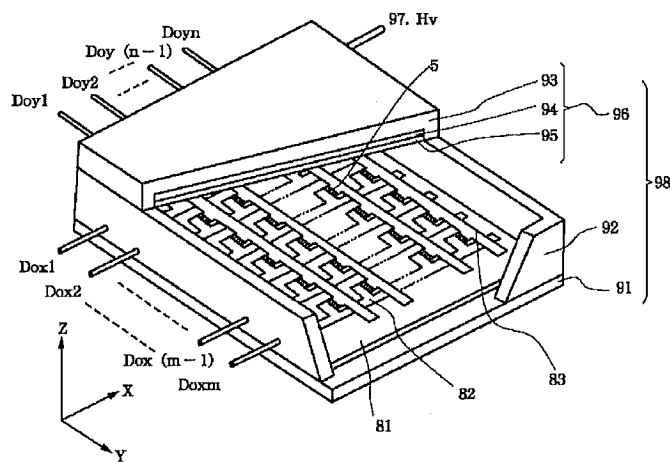
【図6】



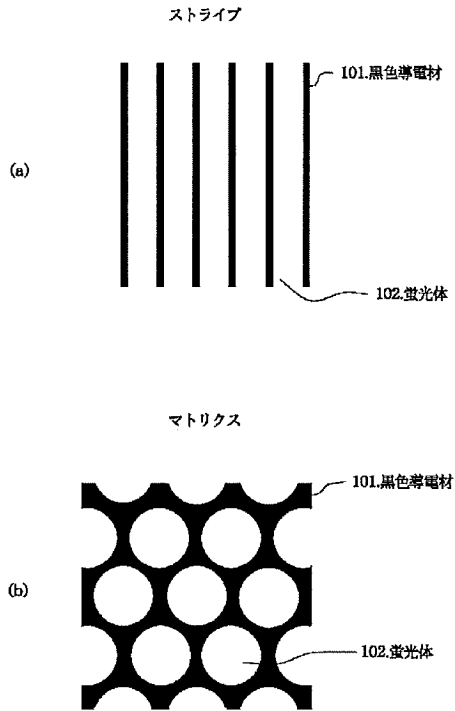
【図7】



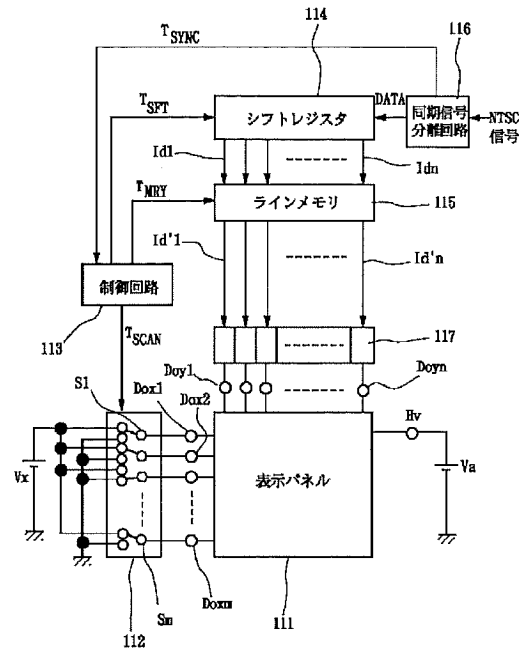
【図9】



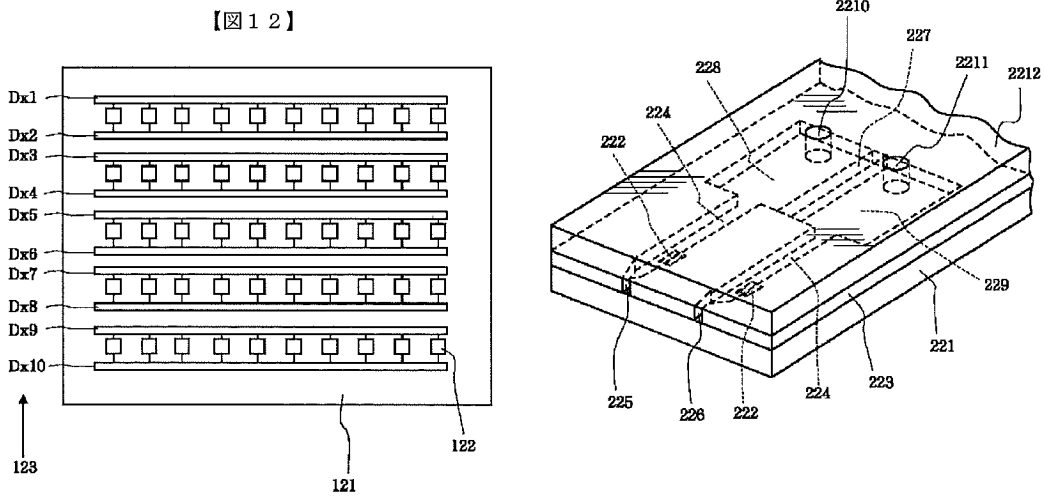
【図10】



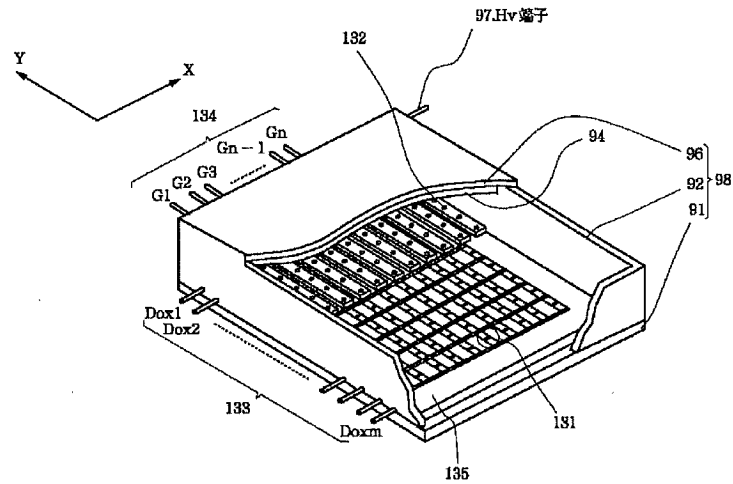
【図11】



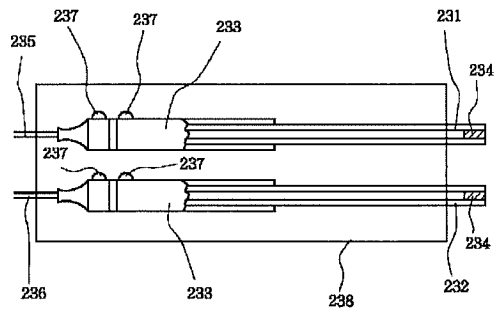
【図16】



【図13】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 三道 和宏
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノ
ン株式会社内